

A3

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2002年5月2日 (02.05.2002)

PCT

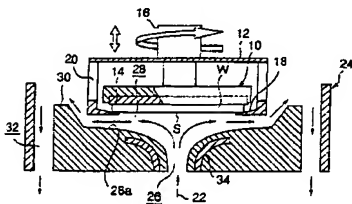
(10) 国際公開番号  
WO 02/34962 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: C23C 18/16, H01L 21/288, 21/768 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都大田区羽田旭町11番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/09337
- (22) 国際出願日: 2001年10月24日 (24.10.2001) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本郷明久 (HONGO, Akihisa) [JP/JP]; 〒241-0823 神奈川県横浜市旭区善部町46-23 Kanagawa (JP). 三島浩二 (MISHIMA, Koji) [JP/JP]; 〒251-0016 神奈川県藤沢市弥勒寺3-22-9 Kanagawa (JP). 井上裕章 (INOUE, Hiroaki) [JP/JP]; 〒194-0041 東京都町田市玉川学園4-17-18 Tokyo (JP). 木村憲雄 (KIMURA, Norio) [JP/JP]; 〒251-0021 神奈川県藤沢市鵠沼神明1-5-11-408 Kanagawa (JP). 狩俣 努 (KARIMATA, Tsutomu) [JP/JP]; 〒235-0022 神奈川県横浜市磯子区汐見台3-2-3 荏原社宅3207-723 Kanagawa (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2000-327800  
2000年10月26日 (26.10.2000) JP  
特願2000-376189  
2000年12月11日 (11.12.2000) JP

[続葉有]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR ELECTROLESS PLATING

(54) 発明の名称: 無電解めっき装置及び方法



(57) Abstract: A device and a method for electroless plating; the device capable of easily forming a plating film of uniform thickness on the plated surface of a plated material, comprising a holding part (10) having a heating part (14) and holding the plated material with the plated surface facing downward and a plating bath (24) allowing electroless plating solution (22) with a specified temperature to lead into a plating chamber (28) and holding the solution while allowing the solution to overflow from an overflow weir, wherein the plated material held by the holding part (10) is brought into contact with the plating solution (22) in the plating bath (24) for plating the plated material.

(57) 要約:

本発明は、被めっき材の被めっき面に、より均一な膜厚のめっき膜を容易に形成できるようにした無電解めっき装置である。本発明は、加熱部(14)を有し被めっき面を下向きにして被めっき材を保持する保持部(10)と、所定の温度の無電解めっき液(22)をめっき室(28)の内部に導入し溢流堰をオーバーフローさせつつ保持するめっき槽(24)とを備え、保持部(10)で保持した被めっき材をめっき槽(24)内のめっき液(22)に接液させてめっきを行う。

WO 02/34962 A1



MA

(74) 代理人: 渡邊 勇, 外(WATANABE, Isamu et al.); 〒  
160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目5番8号 GOWA西  
新宿4階 Tokyo (JP).

添付公開 類:  
— 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 無電解めっき装置及び方法

## 技術分野

本発明は、半導体基板の配線形成（配線用の溝等への銅等の金属の充填や、シード層形成や、シード層の上にこれを補強する目的で形成される補助シード層形成も含む）や配線保護膜形成や拡散防止膜形成に用いて好適な無電解めっき装置及び方法に関するものである。

## 背景技術

無電解めっきは、外部から電気を流すことなく、めっき液中の金属イオンを化学的に還元して被めっき材の被めっき面にめっき膜を形成するようにした方法であり、耐食、耐摩耗性のニッケルーりん、ニッケルーほう素めっき、プリント配線基板用銅めっきなどに広く用いられている。

この無電解めっき装置としては、無電解めっき液をオーバーフローさせつつ保持するめっき槽と、このめっき槽の上部に配置され、基板等の被めっき材を横向きに保持する上下動自在な保持部とを有し、この保持部で保持した被めっき材をめっき槽内のめっき液に浸漬（いわゆるどぶ付け（D I P））させるようにした装置が一般に知られている。また、基板等の被めっき材を上向き（フェースアップ）に保持する保持部と、この保持部で保持した被めっき材の上面（被めっき面）にめっき液を供給するめっき液供給部とを有し、この保持部で保持した被めっき材の上面に沿ってめっき液を流すようにした装置が一般に知られている。なおフェースアップ型めっき装置として、めっき液供給部から被めっき材の

上面（被めっき面）にめっき液を供給し、被めっき材を回転させることにより、めっき液を被めっき材の上面に沿ってめっき液を流すようにしたコータ式のフェースアップ型めっき装置がある。

近年、半導体チップの高速化、高集積化に伴い、半導体基板上に配線回路を形成するための金属材料として、アルミニウムまたはアルミニウム合金に代えて、電気抵抗率が低くエレクトロマイグレーション耐性が高い銅（Cu）を用いる動きが顕著になっている。この種の銅配線は、基板の表面に設けた微細凹みの内部に銅を埋込むことによって一般に形成される。この銅配線を形成する方法としては、めっきが一般的である。いずれにしても、基板の表面に銅膜を成膜した後、その表面を化学的機械的研磨（CMP）により平坦に研磨するようにしている。

無電解めっきの適用箇所は、銅配線の主たる埋め込み材（Cu）、バリヤメタル上のシード層の形成、またはシードの補強（Cu）、さらにはバリヤメタルそのものの形成、銅配線材の蓋材形成（いずれもNi-P, Ni-B, Co-P, Ni-W-P, Ni-Co-P, Co-W-P）などがあるが、いずれの無電解めっきプロセスでも基板全面にわたって膜厚の均一性が要求される。

ここで、無電解めっきにあっては、被めっき材がめっき液と接触すると同時に被めっき面にめっき金属が析出し、めっき液の温度によってめっき金属の析出速度が異なる。このため、被めっき材の被めっき面に均一な膜厚のめっき膜を形成するためには、めっき液が被めっき材と接触した当初から被めっき面の面内全域におけるめっき液の温度が均一で、接触中の全めっき処理中に亘ってこの温度を一定に保持し、かつめっき処理中におけるめっき液の被めっき面に対する垂直方向の速度分布（被めっき面に沿って形成される拡散層または境界層厚さ）が被めっき面の

面内の全域に亘って均一であることが要求される。

しかしながら、従来のDIP型治具固定式のめっきでは、基板上の流れを均一にすることは難しく、また、コータ式のフェースアップ型のめっきでは、流れのコントロールと同時に液温の均一化についても問題があった。

図11は従来のDIP型の無電解めっき装置の概略構成図である。図11に示すように、この無電解めっき装置は、めっき液281を蓄えるめっき処理槽280と、半導体基板Wを保持した基板保持装置（基板保持手段）290とを具備して構成されている。無電解めっきは、半導体基板Wの被めっき面W1とめっき液との接液部分における温度が所定の温度（例えば60℃）でなければ良好な反応が生じないので、めっき処理槽280内のめっき液281を所定の一定温度に加熱・保持しておくため、めっき処理槽280にめっき処理槽280内のめっき液を取り出してポンプPで循環する配管282を接続し、配管282中にめっき液を所定温度に加熱するヒータ等の加熱装置（加熱手段）283を取り付けるようにしている。

一方、基板保持装置290は、半導体基板Wの被めっき面W1以外の面を覆う形状に形成されると共に、半導体基板Wの被めっき面W1を上下に立ててめっき処理槽280内に浸漬するようにしている。半導体基板Wの被めっき面W1をめっき処理槽280内で上下に立てるのは、無電解めっきの際は被めっき面W1におけるめっき反応でガスが発生するが、このガスが被めっき面W1上に滞留するとその部分のめっき反応が阻害されるので、このガスを被めっき面W1から離れ易くするためである。

しかしながら、上記従来の無電解めっき装置においては、半導体基板

Wの被めっき面W1をめっき処理槽280内で上下に立てて設置しなければならないのでめっき処理槽280を深くする必要がある、その小型化が図れず、また加熱装置283をめっき処理槽280の外部に設置する必要があるのでこの点からも装置全体の小型化が図れないという問題点があった。

一方、めっき液の温度は半導体基板Wへの銅めっきの場合、例えば60℃辺りで1度変化すると1分間のめっき時間で概ね1.8nmも膜厚差が生じるので、極めて正確な温度管理が必要であるが、前述のようにめっき処理槽280が小型化できないことによって収納するめっき液の量が多くなるとめっき液の正確な温度管理が困難になってしまうばかりか、めっき液の使用量も増えて加熱・保温のための消費電力も多くなってしまうという問題点もあった。

#### 発明の開示

本発明は、上述の点に鑑みてなされたもので、被めっき材の被めっき面に、より均一な膜厚のめっき膜を容易に形成できるようにした無電解めっき装置を提供することを第1の目的とする。

また本発明は、装置の小型化が図れるばかりか、めっき処理液の使用量が少なくて正確な温度管理が可能となる無電解めっき装置及び方法を提供することを第2の目的とする。

上述した第1の目的を達成するため、本発明の第1の態様は、加熱部を有し被めっき面を下向きにして被めっき材を保持する保持部と、所定の温度の無電解めっき液をめっき室の内部に導入し溢流堰をオーバーフローさせつつ保持するめっき槽とを備え、前記保持部で保持した被めっき材を前記めっき槽内のめっき液に接液させてめっきを行うようにした

ことを特徴とする無電解めっき装置である。無電解めっき液はめっき槽内に上向きの流れによって導入されることが好ましい。

ここで、加熱部は、保持部に取り付けてもよいし一体として内蔵してもよいが、内蔵した方が熱が効率的且つ均一に伝わりやすく好適である。これにより、被めっき材を保持部で保持し該保持部に内蔵した加熱部でめっき液と同じ温度となるように加熱しつつ、所定の温度のめっき液に浸漬させてめっき処理を行うことで、めっき処理中に被めっき材の被めっき面内に温度むらが生じたり、めっき温度がめっき処理中に変化してしまうことを防止し、しかもめっき室内に上方に向かって流れて外方に拡がるめっき液の一定の安定した流れを作ること、めっき処理中におけるめっき液の被めっき材の被めっき面に対する垂直方向の速度分布（拡散層または境界層厚さ）が被めっき面の全域に亘ってより均一になる。

このめっき槽に導入するめっき液の温度は、例えば25～90℃、好ましくは55～80℃程度であり、またこのめっき液の流量は、例えば1～30L（リットル）/min、好ましくは1～20L/min、更に好ましくは1～10L/min程度である。ただし、これらの最適流量はプロセス温度、還元反応形態により異なる。

本発明の好ましい態様においては、前記保持部は、回転自在に構成されていることを特徴とする。これにより、被めっき材を保持部で保持して回転させることで、めっき処理中におけるめっき液の被めっき材の被めっき面に対する垂直方向の速度分布を更に均一にすることができる。この回転速度は、例えば0～100rpm（0～100min<sup>-1</sup>）、好ましくは0～50rpm（0～50min<sup>-1</sup>）程度である。ただし、これらの最適回転速度は、還元反応形態、要求される面内膜厚均一性によ

り異なる。

本発明の好ましい態様においては、前記めっき室底面の少なくとも前記保持部で保持した被めっき材と対面する領域は、上方に向け外方に広がる２次曲面を有していることを特徴とする。これにより、めっき室底面の２次曲線を有している領域では、めっき液がめっき室の底面に沿って層流としてスムーズに流れて、この流れの途中で局所的な渦が発生することが防止される。

本発明の好ましい態様においては、前記めっき槽内部には該めっき槽で保持しためっき液を加熱する加熱部または外部と断熱する断熱材が設けられていることを特徴とする。これにより、例えば高温のめっき液がめっき室の内部を流れる間に徐々に冷めてしまうことを防止することができる。

本発明の好ましい態様においては、前記保持部は、真空チャックまたは静電チャックで基板を保持するように構成されていることを特徴とする。

基板上の均一な流れを形成させたいと考えた時、基板外周のシールの存在は流れを乱す要因となる。面内均一性の精度がさらにアップした時、基板めっき面にシールがない形が望ましい。そのためには、チャックは裏面を使って真空チャックか静電チャックとし、裏面外周でシールを取る形になる。

本発明の基板処理装置の一態様は、基板の表面にめっき膜を形成する前記無電解めっき装置と、基板の表面に前記無電解めっき装置による無電解めっきに先だって触媒層を形成する装置とを備えたことを特徴とするものである。

上述した第２の目的を達成するため、本発明の第２の態様は、基板の



被めっき面を下向きにした状態でこの被めっき面を無電解めっき処理液に触れさせることによって処理することを特徴とする無電解めっき方法である。これによって容易に基板の被めっき面にめっき処理液を接液できる。また使用するめっき処理液の量を少なくでき、めっき処理液の正確な温度管理が容易になるばかりか、加熱・保温のための消費電力も少なくできる。

ここで、前記被めっき面を斜めに傾けた状態で無電解めっき処理液に触れさせるようにすれば、被めっき面上で生じるガスを被めっき面上から効果的に除去することができる。

また前記被めっき面上で無電解めっき処理液が所定方向の流れを形成するように構成することで、前記被めっき面上に生じるガスを無電解めっき処理液の流れに乗せて被めっき面上から除去するように構成しても、ガスの除去が効果的に行なえる。

また本発明の第2の態様に係る無電解めっき装置は、めっき処理液を所定のめっき処理温度に保持した状態で蓄えるめっき処理液保持装置と、基板をその被めっき面を下向きにした状態で保持するとともに保持した基板の被めっき面を前記めっき処理液に接液せしめる構造の基板保持装置とを具備することを特徴とする。このように構成すれば、めっき処理液保持装置の小型化が図れ、装置全体の小型化が図れる。

ここで前記めっき処理液保持装置は、底面にヒータを設置すると共にヒータの周囲の上にめっき処理液を保持する堰を設けて構成されることが好ましい。

#### 図面の簡単な説明

図1A乃至図1Cはめっき工程の一例を示す図である。

図 2 は本発明の第 1 の態様における第 1 の実施の形態の無電解めっき装置を示す断面図である。

図 3 は本発明の第 1 の態様における第 2 の実施の形態の無電解めっき装置を示す断面図である。

図 4 は図 2 に示す無電解めっき装置を備えた基板処理装置の平面配置図である。

図 5 は図 2 に示す無電解めっき装置の変形例を示す断面図である。

図 6 は本発明の第 2 の態様における無電解めっき装置の基本構成を示す概略構成図である。

図 7 は本発明の第 2 の態様における無電解めっき装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 8 は本発明の第 2 の態様における無電解めっき装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 9 は本発明の第 2 の態様における無電解めっき装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 10 は本発明の第 2 の態様における無電解めっき装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 11 は従来は無電解めっき装置の概略構成図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、以下の例では、コンタクトホールや配線用の溝を形成した半導体ウエハ等の基板の表面に無電解銅めっきを行って該コンタクトホールや配線用の溝の内部に銅を埋め込み、しかる後、CMP プロセスを施し基板の表面を研磨することで、基板の表面に銅配線を形成する場合について説明する。

このめっき工程の一例を図 1 A 乃至図 1 C を参照して説明する。

半導体基板 W には、図 1 A に示すように、半導体素子が形成された基板 1 の導電層 1 a の上に  $\text{SiO}_2$  からなる絶縁膜 2 が堆積され、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール 3 と配線用の溝 4 が形成され、その上に  $\text{TiN}$  等からなるバリア層 5、更にその上に無電解銅めっきによってシード層 7 が形成される。なおシード層 7 はスパッタなどによって予め形成しておき、このシード層 7 の上にこれを補強するために補助シード層を無電解銅めっきによって形成する場合もある。そして図 1 B に示すように、半導体基板 W の表面に銅めっきを施すことで半導体基板 W のコンタクトホール 3 及び溝 4 内に銅を充填させると共に、絶縁膜 2 上に銅層 6 を堆積させる。その後、化学的機械的研磨 (CMP) により絶縁膜 2 上の銅層 6 を除去して、図 1 C に示すように、コンタクトホール 3 および配線用の溝 4 に充填した銅層 6 の表面と絶縁膜 2 の表面とを略同一平面にし、露出する金属表面の上に配線保護膜 8 を形成する。

図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態の無電解めっき装置を示す。この無電解めっき装置は、表面 (被めっき面) S にコンタクトホールや配線用の溝を形成した半導体ウエハ等の基板 (被めっき材) W を下向き (フエースダウン) にして保持する基板保持部 10 を有している。この基板保持部 10 は、下方に開口したハウジング 12 内に上下動自在で該ハウジング 12 と一体に回転するように収納されている。図 2 に示す無電解めっき装置を用いて、銅又は銅合金又はコバルト合金によるめっきを行って図 1 A に示すシード層 7 を形成することができ、銅めっきによりシード層 7 の補強を行うことができ、銅めっきにより図 1 B に示す銅層 6 を形成することができ、さらにコバルト合金又はニッケル合金又は銅合

金によるめっきを行って図 1 C に示す配線保護膜 8 を形成することができる。銅めっきを行う際に使用される銅めっき液は、硫酸銅液中に次亜リン酸ナトリウムやグリオキシル酸などの還元剤に、錯化剤、pH 緩衝剤、pH 調整剤などが加えられたものである。また、ニッケル合金によるめっきを行う際に使用されるニッケルめっき液は、塩化ニッケルや硫酸ニッケル中に、Ni-P 膜の場合には還元剤として次亜リン酸ナトリウム、Ni-B 膜の場合には還元剤として水酸化ほう素ナトリウムが使用され、その他、錯化剤、pH 緩衝剤などが加えられたものである。

また、基板保持部 10 には、基板 W の表面 S の全域よりもやや広い領域に亘って基板 W を加熱する加熱部（ヒータ）14 がその下面を露出した状態で内蔵され、この加熱部 14 の下面に基板 W をシール 18 で抱え込む形で保持されている。これにより、基板 W は、加熱部 14 の下面に保持され、加熱部 14 によって基板 W に局所的な温度むらが生じないように加熱される。なお、加熱部 14 は、温度調節機能を有し、これによって、基板 W を任意の温度に加熱できるようになっている。

ハウジング 12 は、上下動及び回転自在な主軸 16 の下端に連結され、下端には、内方に突出して基板 W の周縁部をシールするシール爪 18 が設けられ、更に周壁には、基板 W の出入れを行う開口 20 が設けられている。

ハウジング 12 の下方に位置して、無電解めっき液 22 を保持するめっき槽 24 が配置されている。このめっき槽 24 は、めっき液 22 との摩擦を低減するため、例えばテフロン製で、内部には、底部中央から上方に延びるめっき液供給路 26 に連通してめっき液 22 を保持するめっき室 28 が形成されている。このめっき室 28 は、周囲を溢流堰 30 で囲われ、この溢流堰 30 の外側に、めっき液排出路 32 が形成されている。

る。これにより、めっき液 22 は、めっき液供給路 26 から上向きの流れでめっき室 28 内に導入され、溢流堰 30 をオーバーフローしてめっき液排出路 32 から外部に排出される。

ここで、めっき室 28 の底面 28 a の少なくとも基板保持部 10 で保持した基板 W と対面する領域は、例えば朝顔型の流線形をした、上方に向けて外方に広がる 2 次曲面を有している。これにより、めっき室 28 の底面 28 a の 2 次曲線を有している領域では、めっき液 22 がめっき室 28 の底面 28 a に沿って層流としてスムーズに流れて、この流れの途中で局所的な渦が発生することがないようにになっている。

更に、めっき槽 24 内部のめっき室 28 の底面 28 a に近接した位置には、この底面 28 a の 2 次曲面に沿った形状の加熱部 34 が埋設されている。これによって、加熱されてめっき液供給路 26 からめっき室 28 に導入されるめっき液 22 がその搬送の過程で冷却されても、この加熱部 34 を介して一定の温度となるように加熱される。なお、この加熱部 34 の代わりに、断熱材を設けても良く、また、例えばめっき液の温度があまり高くない場合には、加熱部や断熱材を省略してもよい。

この実施の形態の無電解めっき装置にあつては、まず基板 W を開口 20 からハウジング 12 の内部に入れ、シール爪 18 の上に載置保持した状態で基板保持部 10 を下降させて基板 W を基板保持部 10 で圧着保持する。この状態で、基板保持部 10 に内蔵した加熱部 14 で基板 W をその全域に亘ってめっき室 28 内に導入されるめっき液 22 の温度と同じ一定の温度に加熱する。

一方、めっき液供給路 26 から一定の温度に加熱しためっき液 22 をめっき室 28 内に導入し、溢流堰 30 からオーバーフローさせておく。このめっき槽 24 に導入するめっき液 22 の温度は、例えば 25 ～ 90

℃、好ましくは55～80℃程度であり、またこのめっき液22の流量は、例えば1～30L（リットル）/min、好ましくは1～20L/min、更に好ましくは1～10L/min程度である。

この状態で、基板Wを、例えば0～100rpm（0～100min<sup>-1</sup>）、好ましくは0～50rpm（0～50min<sup>-1</sup>）、更に好ましくは0～20rpm（0～20min<sup>-1</sup>）程度の回転速度で回転させつつ下降させ、基板Wをめっき室28内のめっき液22内に浸漬させて、基板Wの表面に銅めっき処理を行う。めっき液の温度及び流量、基板の回転速度の最適値は、各プロセスによって異なる。

これにより、基板Wを基板保持部10で保持し該保持部10に内蔵した加熱部14でめっき液22と同じ温度となるように加熱しつつ、所定の温度のめっき液に浸漬させてめっき処理を行うことで、めっき処理中に基板Wの表面Sの面内に温度むらが生じたり、めっき温度がめっき処理中に変化してしまうことを防止することができる。しかもめっき室28内に上方に向かって流れて外方に拡がるめっき液22の安定した一定の流れを作ること、めっき処理中におけるめっき液22の基板Wの表面Sに対する垂直方向の速度分布（拡散層または境界層厚さ）が該表面Sの全域に亘ってより均一になる。これによって、基板Wの表面Sに、例えば続くCMPプロセス、リソグラフィプロセスに問題とならない均一な膜厚の銅めっき膜を成膜することができる。またシード層の形成が目的ならば、シード層の厚みが均一になり、後に続く穴埋め性を安定にすることが可能である。

そして、所定の時間に亘るめっき処理が終了した後、基板Wを上昇させ、必要に応じて液切りを行った後、前述の逆の動作でめっき後の基板Wをハウジング12の外に搬送する。基板上のシール爪が流れを乱し、

均一な膜厚を維持できない場合は、図 5 に示すように、基板保持部 10 の下面に真空チャック又は静電チャック 38 を取り付け、この真空チャック又は静電チャック 38 で基板 W を吸着保持し、且つシールを基板 W の裏面側に位置するように取り付けてここをシールすることで、シール爪を省略することができる。

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態の無電解めっき装置を示す。本実施形態の無電解めっき装置においては、めっき槽 24 を心材 40 と該心材 40 の表面を覆う被覆材 42 の積層構造とし、この心材 40 と被覆材 42 との間に配管 44 を通し、この配管 44 の内部に加熱媒体 46 を導入することで、ジャケット構造の加熱部 48 が構成されている。そして、この例では、めっき槽 24 の外側から配管 44 の内部に加熱媒体 46 を導入し、加熱媒体 46 は、配管 44 の内部をめっき槽 24 の内方に向けて順次流れるようになっている。その他の構成は、図 2 に示すものとほぼ同様である。

この実施の形態によれば、めっき液 22 がめっき室 28 内を外方に向けて流れることで、徐々に冷却されるが、このもっとも冷却されためっき液 22 を加熱媒体 46 で効率的に加熱して、めっき液 22 の温度がより一定となるようにすることができる。

図 4 は、図 2 及び図 3 に示す無電解めっき装置を備えた基板処理装置の全体構成を示す。この基板処理装置は、矩形状の設置床 50 上に配置され、ロード・アンロードユニット 52 a, 52 b、前処理を行う洗浄装置 54, 56、めっきの際の活性化剤となる  $\text{SnCl}_2$  液等により活性化処理を行う活性化処理装置 58、無電解めっきの際の触媒となる  $\text{PdCl}_2$  液等により触媒付与処理、即ち  $\text{Pd}$  付与処理を行う触媒付与装置 60、無電解めっき装置 62 を備えている。基板処理装置は、さ

らに、めっき処理後の後処理を行う洗浄・乾燥装置 64, 66、これらの間に基板Wの搬送を行う2基の搬送装置（搬送ロボット）68, 70、及び仮置きステージ72を備えている。

ここで、一方の洗浄・乾燥装置64は、この例では、ロールクリーニングユニットで構成され、他方の洗浄・乾燥装置66は、ペンシルスポンジを備えたスピンドライユニットで構成されている。また、ロード・アンロードユニット52a, 52b側に位置する搬送装置68は、ドライロボットで、仮置きステージ72を挟んで反対側に位置する搬送装置70は、反転機構を備えたウェットロボットである。ドライロボットはドライ（乾燥した）な基板Wを搬送し、ウェットロボットはウェット（湿潤した）な基板Wを搬送する。

次に、上記のように構成した基板処理装置による一連のめっき処理の工程について説明する。まず、ロード・アンロードユニット52a, 52bに保持された基板Wを一方の搬送装置68により取り出し、仮置きステージ72に置く。他方の搬送装置70は、基板Wを洗浄装置54に搬送し、ここで前洗浄を行った後、活性化処理装置58に搬送し、ここで、 $\text{SnCl}_2$ 等の活性化剤を含む処理液によって活性化処理を行なう。次に、基板Wを活性化処理装置58に隣接する触媒付与装置60に搬送し、ここで $\text{PdCl}_2$ 液等の触媒によって触媒付与処理を行い、しかる後リンスする。

上述の過程では、活性化処理装置58において、活性化剤 $\text{SnCl}_2$ からのイオン $\text{Sn}^{2+}$ が基板Wの表面に吸着され、このイオン $\text{Sn}^{2+}$ は、触媒付与装置60における $\text{PdCl}_2$ の $\text{Pd}^{2+}$ により酸化されて $\text{Sn}^{4+}$ になり、逆に $\text{Pd}^{2+}$ は還元されて金属Pdとなる。この金属Pdは基板Wの表面に析出して、次の無電解めっき工程の触媒層となる。この過程



は、Pd/Snコロイドの1液キャタリストを用いて行なうこともできる。なお、以上のような触媒付与工程は、この例のように、活性化処理装置58と触媒付与装置60で行なうこともできるが、別の装置で行ってから基板Wを移送してもよい。また、半導体基板に存在する窪み内表面の材質、状態によっては、前述の活性化処理及び／又は触媒付与処理を省略できる場合がある。

搬送装置70は、基板Wをさらに洗浄装置56に運び、ここで前洗浄を行った後、無電解めっき装置62に運び、ここで所定の還元剤と所定のめっき液を用いて無電解めっき処理を行なう。この場合、固液界面で還元剤の分解によって生じた電子が、基板表面の触媒を経由して $Cu^{2+}$ に与えられ、金属Cuとして触媒上に析出して銅めっき膜を形成する。なお、この触媒としては、Pd以外にも、遷移金属である、Fe, Co, Ni, Cu, Ag等を用いることができる。

次に、搬送装置68でめっき後の基板を無電解めっき装置62から取り出して洗浄・乾燥装置64に運ぶ。この洗浄・乾燥装置64では、基板をロールによって水洗浄して乾燥させる。そして、搬送装置68は、この基板を洗浄・乾燥装置66に運び、この洗浄・乾燥装置66でペンシル・スポンジによる仕上げの洗浄とスピンドライによる乾燥を行って、ロード・アンロードユニット52a, 52bへ戻す。基板は後にめっき装置や酸化膜形成装置に搬送される。

処理工程の他の例として、洗浄装置54で触媒付与の前処理洗浄を行い、活性化処理装置58で触媒付与プロセスを行い、触媒付与装置60で触媒付与の後処理を行い、洗浄装置56でめっき前処理洗浄を行い、無電解めっき装置62でめっき処理プロセスを行い、無電解めっき装置62の中でめっき後洗浄をすばやく行って、めっきの成長を止める。

なお、この例では、無電解めっきで銅めっき膜を成膜した例を示しているが、無電解めっきで成膜するめっき膜としては、銅の他に、ニッケル-ボロン、ニッケル-リン、コバルト-リン、ニッケル-タングステン-リン、ニッケル-コバルト-リン、コバルト-タングステン-リン等が挙げられる。

以上説明したように、本発明によれば、めっき処理中に被めっき材の被めっき面内に温度むらが生じたり、めっき温度がめっき処理中に変化してしまうことを防止し、しかもめっき処理中におけるめっき液の被めっき材の被めっき面に対する垂直方向の速度分布（拡散層または境界層厚さ）が被めっき面の全域に亘ってより均一になるようにして、被めっき材の被めっき面により均一な膜厚のめっき膜を形成することができる。

図 6 は本発明の第 2 の態様の無電解めっき装置の基本構成を示す概略構成図である。図 6 に示すように、この無電解めっき装置は、半導体基板 W と、半導体基板 W を保持する基板保持装置（基板保持手段） 110 と、めっき液（めっき処理液） 125 を保持するめっき処理液保持装置（めっき処理液保持手段） 120 とを具備して構成されている。図 6 に示す無電解めっき装置を用いて、銅又は銅合金又はコバルト合金によるめっきを行って図 1 A に示すシード層 7 を形成することができ、銅めっきによりシード層 7 の補強を行うことができ、銅めっきにより図 1 B に示す銅層 6 を形成することができ、さらにコバルト合金又はニッケル合金又は銅合金によるめっきを行って図 1 C に示す配線保護膜 8 を形成することができる。銅めっきを行う際に使用される銅めっき液は、硫酸銅液中に次亜リン酸ナトリウムやグリオキシル酸などの還元剤に、錯化剤、pH 緩衝剤、pH 調整剤などが加えられたものである。また、ニッケル合金によるめっきを行う際に使用されるニッケルめっき液は、塩化ニッ

ケルや硫酸ニッケル中に、Ni-P膜の場合には還元剤として次亜リン酸ナトリウム、Ni-B膜の場合には還元剤として水酸化ほう素ナトリウムが使用され、その他、錯化剤、pH緩衝剤などが加えられたものである。

ここで基板保持装置110は、半導体基板Wをその被めっき面W1が真下方向（下方向）を向くように保持する構造に構成されている。その際、半導体基板Wの被めっき面W1以外の面はこの基板保持装置110によって覆われることで、めっき液が付着しないように構成されている。また基板保持装置110の上面中央には、この基板保持装置110を回転自在に軸支する回転駆動軸111が取り付けられている。回転駆動軸111は図示しないモータ等の回転駆動装置（回転駆動手段）に連結されている。

一方、めっき処理液保持装置120は、内部にヒータHを設置したヒータ保持部121を底面としてヒータ保持部121の周囲の上にめっき液125を保持するリング状の堰123を設けて構成されている。

そしてめっき処理液保持装置120の堰123の内側に無電解めっき液125を充填してヒータHによって無電解めっきに最適な所定温度（無電解めっき処理温度、例えば60℃）に昇温して一定に保温しておく。

次に、前記基板保持装置110の下面に半導体基板Wをその被めっき面W1が下方向を向くように保持した上で、被めっき面W1をめっき液125中に浸漬して接液する。同時に基板保持装置110を回転する（必ずしも回転しなくても良い）。これによって半導体基板Wの被めっき面W1に銅めっきが施される。

以上のように本発明によれば、半導体基板Wの被めっき面W1を下方

向に向けた状態でめっき液 125 に接液する構造なので、その構造上めっき液 125 の深さを浅く構成でき、このため、めっき処理液保持装置 120 に必要最小限のめっき液 125 を保持しておくだけで良く、めっき処理液保持装置 120 の小型化が図れる。またヒータ H をヒータ保持部 121 内に設置したので、図 11 に示すような従来のめっき処理槽 280 に比べて装置の小型化が図れる。さらに、めっき液の使用量が少なくて済むので正確な温度管理が可能になる。まためっき液加熱のための消費電力も少なくて済む。

一方、前述のように無電解めっき反応時には、通常ガス ( $H_2$  ガス) が発生する。このため図 6 に示す無電解めっき装置の基本構成では、その下面にガスが滞留してしまう恐れがある。なお基板保持装置 110 を回転してもガスの一部は半導体基板 W の下面中央の回転中心部分に集まり、抜けにくい。そこで本願発明者は前記ガスを効果的に除去するため、さらに以下のような工夫を行なった。

〔発生ガスをめっき液中に溶かし込む方法〕

無電解めっき反応によって発生するガスの量を、めっき液中に全て溶解する程度に少なくなるように、無電解めっき液の材質を選択する方法である。この場合、無電解めっき装置の構成は図 6 に示すままで良い。

めっき液には所定の溶解度で水素ガス等のガスが溶解する。このため発生するガスの量を少なくすることで、発生するガス全てをめっき液に溶解させるようにすれば、ガスが被めっき面 W1 上に残ることを防止できる。

〔めっき液にガスを排除する方向の流れを形成する方法〕

例えば図 7 に示すように、めっき液 125 の底面付近に外部からの磁気によって回転するマグネットスターラー S を設置しておき、これを回

転することでめっき液に図 7 の矢印で示すような流れ（被めっき面 W 1 の中央から外周に向かう流れ）を発生させ、これによって被めっき面 W 1 の下面で発生するガスを外周方向に向けて排除する方法である。なお流れを生じさせる手段としてマグネットスターラー S 以外にも羽根車をモータで回転する方法やノズルからめっき液を噴射する方法等、種々の方法が考えられることは言うまでもない。

〔被めっき面 W 1 を斜めに傾けた状態でめっき液に触れさせる方法〕

例えば図 8 に示すように、基板保持装置 110 とこれに保持された半導体基板 W と回転駆動軸 111 の全体を水平面に対して所定角度斜めに傾けた状態で被めっき面 W 1 をめっき液 125 中に浸漬させ、これによって被めっき面 W 1 の下面で発生するガスを斜めに設置した被めっき面 W 1 に沿って上昇させて排除する方法である。

〔被めっき面 W 1 を斜めに傾けた状態にすると同時に半導体基板 W をその面に垂直な軸以外の軸で回転させる方法〕

例えば図 9 に示すように、基板保持装置 110 とこれに保持された半導体基板 W とを水平面に対して所定角度斜めに傾けた状態で、回転駆動軸 111 だけを垂直に設置し（即ち、基板保持装置 110 の面に対して回転駆動軸 111 を斜めに取り付け）、この状態で回転駆動軸 111 を回転駆動するようにした方法である。このように構成すれば、被めっき面 W 1 の下面で発生するガスを斜めに設置した被めっき面 W 1 に沿って上昇させることができるばかりか、基板保持装置 110 及び半導体基板 W が上下に揺動することでめっき液が攪拌され、より効果的にガスの排除を図ることができる。

〔被めっき面 W 1 を斜めに傾けると同時に半導体基板 W をその面に垂直な軸以外の軸で回転させ、さらに回転中心を半導体基板 W の中心以外の

位置にする方法]

例えば図 10 に示すように、基板保持装置 110 とこれに保持された半導体基板 W とを水平面に対して所定角度斜めに傾けた状態で、回転駆動軸 111 だけを垂直に設置し（即ち、基板保持装置 110 の面に対して回転駆動軸 111 を斜めに取り付け）、その際回転駆動軸 111 を半導体基板 W の中心以外の位置に取り付けて回転駆動軸 111 を回転駆動するようにした方法である。このように構成すれば、被めつき面 W1 の下面で発生するガスを斜めに設置した被めつき面 W1 に沿って上昇させることができるばかりか、基板保持装置 110 及び半導体基板 W が上下に揺動しながら偏心回転するので、めっき液がさらに攪拌され、さらに効果的にガスの排除を図ることができる。

以上、図 6 乃至図 10 を参照して本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記各実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲、及び明細書と図面に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。なお直接明細書及び図面に記載がない何れの形状や構造や材質であっても、本願発明の作用・効果を奏する以上、本願発明の技術的思想の範囲内である。例えば、本発明に係る無電解めっき装置は、シード層や配線用の銅層形成に限られず、配線保護膜形成や拡散防止膜形成などにも用いることができる。さらに本発明に係る無電解めっき装置は、無電解めっきの前処理工程や触媒処理工程にも用いることができる。即ち、無電解めっき液の代りに前処理工程や触媒処理工程に用いる他の無電解めっき処理液を用いることで、これらの処理もこの無電解めっき装置で行うことができる。また上記実施形態では半導体基板 W に無電解めっきする例を示したが、本発明は半導体基板以外の各種基板に無電解めっきする場合にも適用できる。

以上、詳細に説明したように本発明の第2の態様によれば、以下のような優れた効果を有する。

①半導体基板の被めっき面を下向きにしたままめっき処理液に接液できるので、めっき処理液の深さを浅くでき、めっき処理液を収納するめっき処理液保持装置の小型化が図れ、装置全体の小型化が図れる。

②半導体基板の被めっき面を下向きにしたままめっき処理液に接液できるので、めっき処理液の深さを浅くでき、使用するめっき処理液の量を少なくでき、めっき処理液の正確な温度管理が容易になるばかりか、加熱・保温のための消費電力も少なくできる。

③被めっき面を斜めに傾けた状態で無電解めっき処理液に触れさせるように構成したので、被めっき面上で生じるガスを被めっき面上から容易に除去することができる。

④被めっき面上で無電解めっき処理液が所定方向の流れを形成するように構成した場合も、被めっき面上に生じるガスを無電解めっき処理液の流れに乗せて被めっき面上から容易に除去することができる。

⑤めっき処理液保持装置自体にヒータを設置した場合は、装置の小型化が図れる。

#### 産業上の利用の可能性

本発明は、半導体基板の配線形成（配線用の溝等への銅等の金属の充填や、シード層形成や、シード層の上にこれを補強する目的で形成される補助シード層形成も含む）や配線保護膜形成や拡散防止膜形成等に用いて好適なめっき装置に利用可能である。

## 請求の範囲

1. 加熱部を有し被めっき面を下向きにして被めっき材を保持する保持部と、

所定の温度の無電解めっき液をめっき室の内部に導入し溢流堰をオーバーフローさせつつ保持するめっき槽とを備え、

前記保持部で保持した被めっき材を前記めっき槽内のめっき液に接液させてめっきを行うようにしたことを特徴とする無電解めっき装置。

2. 前記めっき液は前記めっき槽内に上向きの流れによって導入されることを特徴とする請求項 1 記載の無電解めっき装置。

3. 前記保持部は、回転自在に構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の無電解めっき装置。

4. 前記めっき室底面の少なくとも前記保持部で保持した被めっき材と対面する領域は、上方に向け外方に拡がる 2 次曲面を有していることを特徴とする請求項 1 記載の無電解めっき装置。

5. 前記めっき槽内部には該めっき槽で保持しためっき液を加熱する加熱部または外部と断熱する断熱材が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の無電解めっき装置。



6. 前記保持部は、真空チャックまたは静電チャックで被めっき材を保持するように構成されていることを特徴とする請求項1記載の無電解めっき装置。

7. 加熱部を有し被めっき面を下向きにして被めっき材を保持する保持部と、所定の温度の無電解めっき液をめっき室の内部に導入し溢流堰をオーバーフローさせつつ保持するめっき槽とを有し、前記保持部で保持した被めっき材を前記めっき槽内のめっき液に接液させてめっきを行うようにした無電解めっき装置と、

基板の表面に前記無電解めっき装置による無電解めっきに先だって触媒層を形成する装置と、

を備えたことを特徴とする基板処理装置。

8. 基板の被めっき面を下向きにした状態でこの被めっき面を無電解めっき処理液に触れさせることによって処理することを特徴とする無電解めっき方法。

9. 前記被めっき面を斜めに傾けた状態で無電解めっき処理液に触れさせることによって、被めっき面上で生じるガスを被めっき面上から除去することを特徴とする請求項8記載の無電解めっき方法。

10. 前記被めっき面上で無電解めっき処理液が所定方向の流れを形成するように構成することで、前記被めっき面上に生じるガスを無電解めっき処理液の流れに乗せて被めっき面上から除去することを特徴とする請求項8記載の無電解めっき方法。

1 1. めっき処理液を所定のめっき処理温度に保持した状態で蓄えるめっき処理液保持装置と、

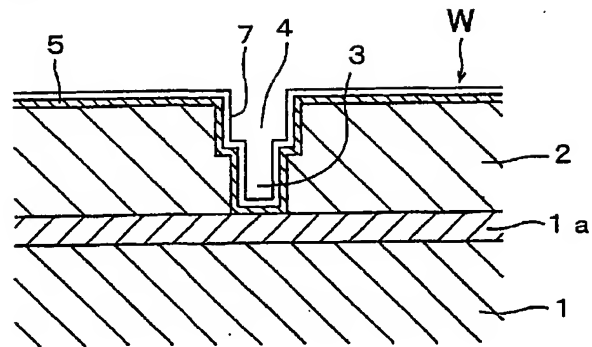
基板をその被めっき面を下向きにした状態で保持するとともに保持した基板の被めっき面を前記めっき処理液に接液せしめる構造の基板保持装置と、

を備えたことを特徴とする無電解めっき装置。

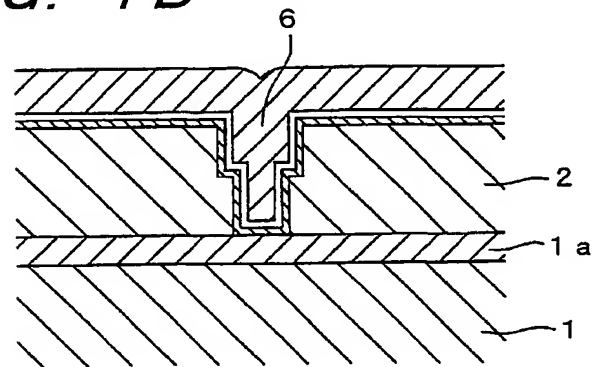
1 2. 前記めっき処理液保持装置は、底面にヒータを設置すると共にヒータの周囲の上にめっき処理液を保持する堰を設けて構成されていることを特徴とする請求項 1 1 記載の無電解めっき装置。

*1/8*

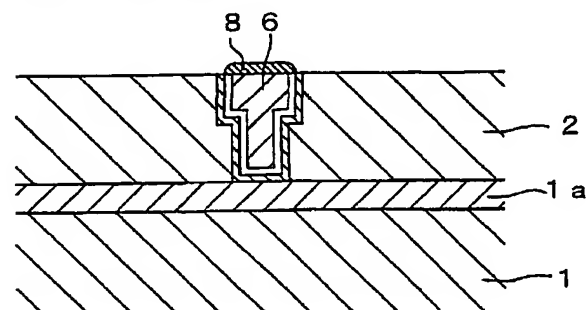
**FIG. 1A**



**FIG. 1B**

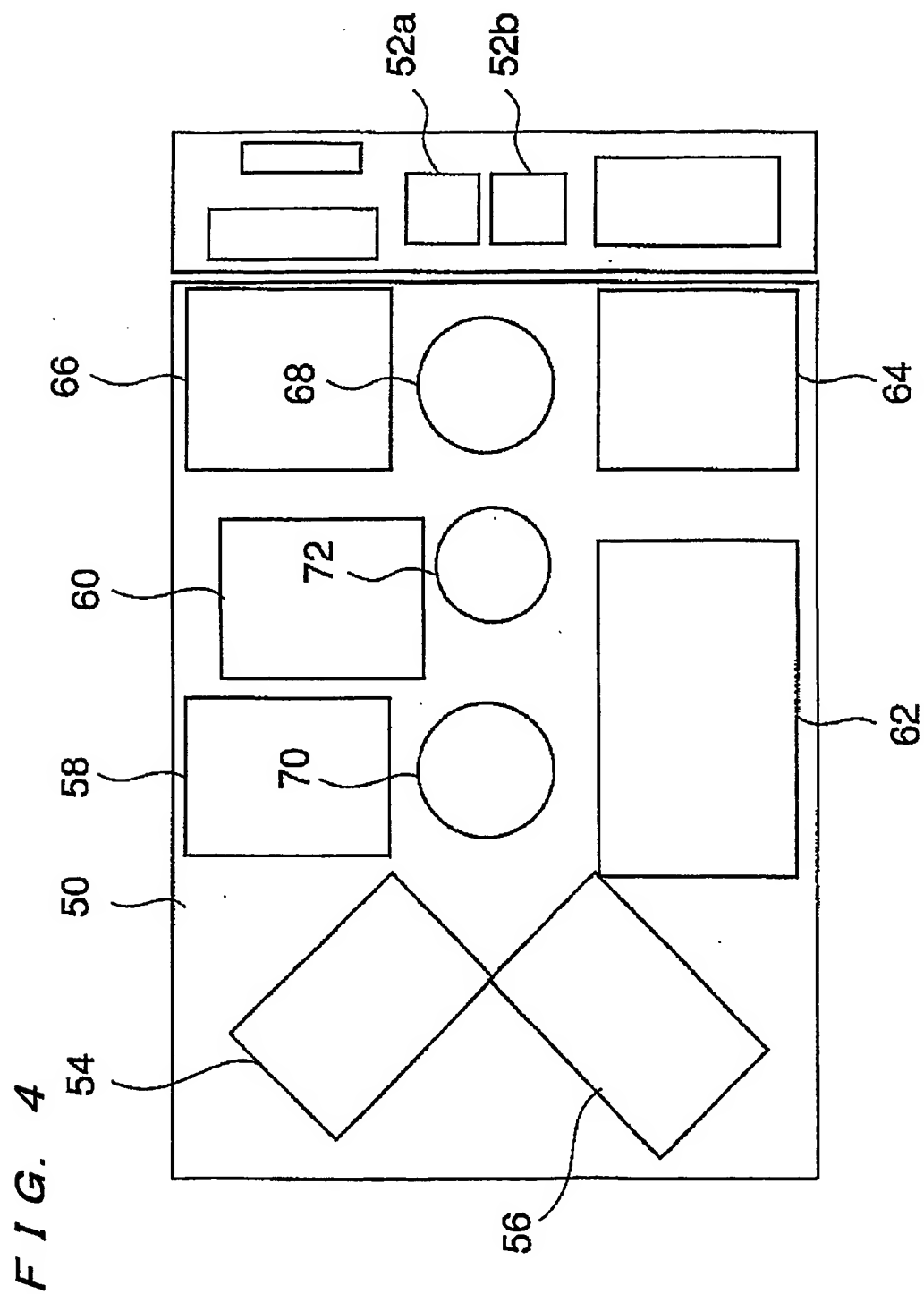


**FIG. 1C**



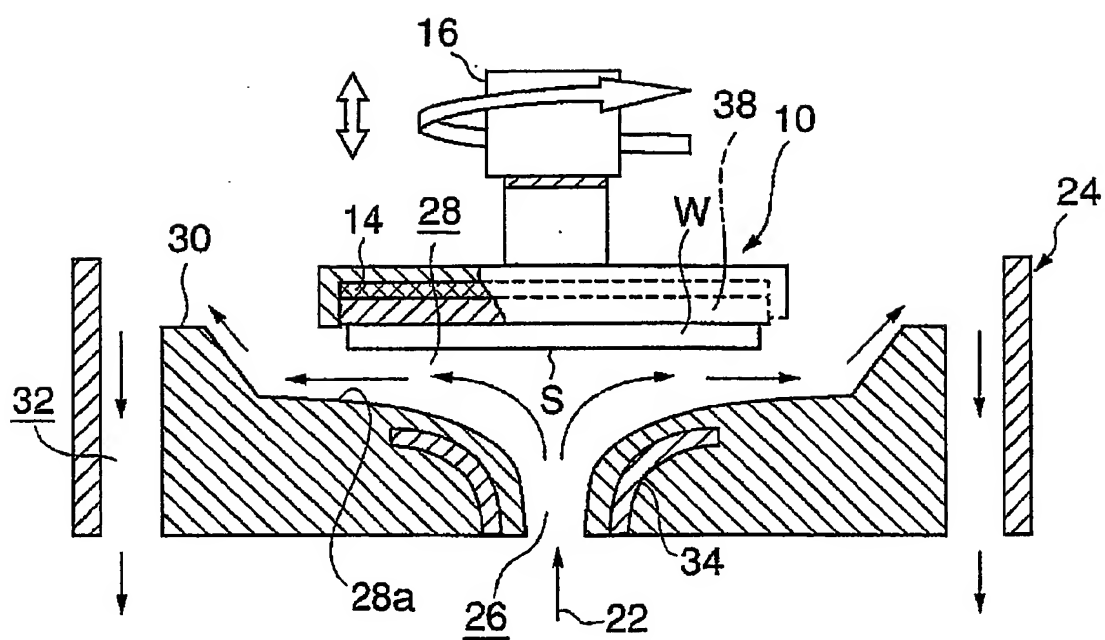


3/8



4/8

**FIG. 5**



5/8

FIG. 6

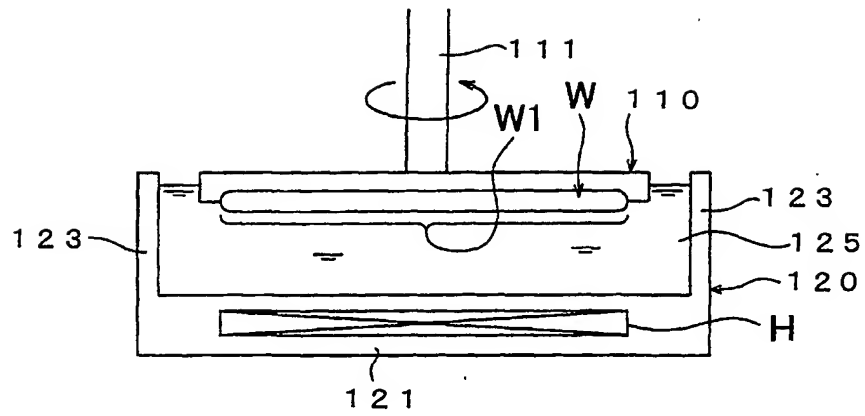
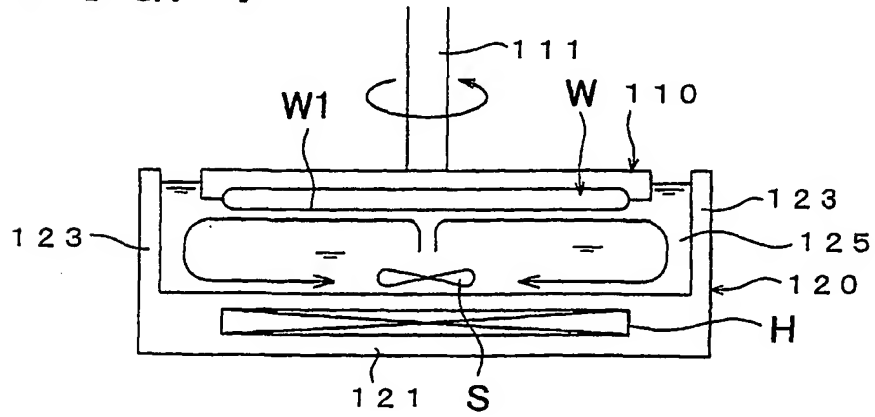


FIG. 7



6/8

FIG. 8

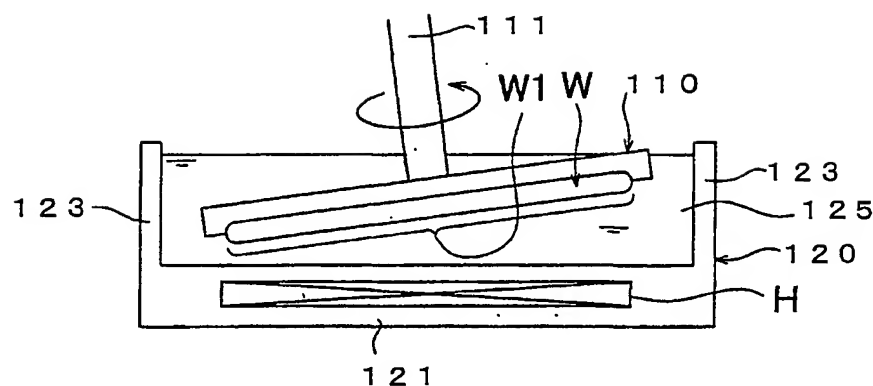
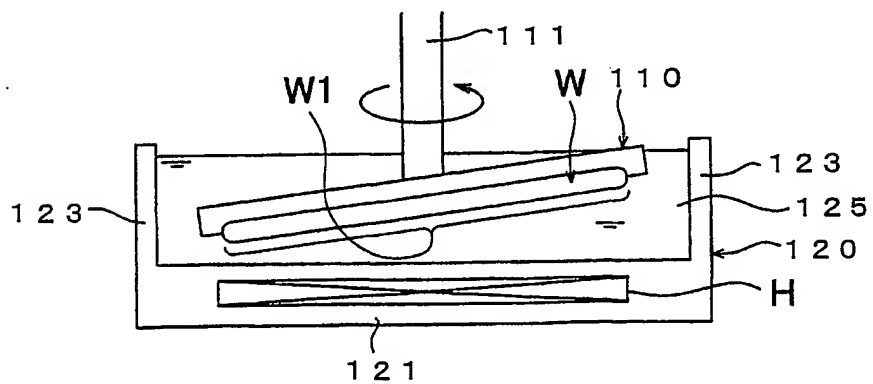
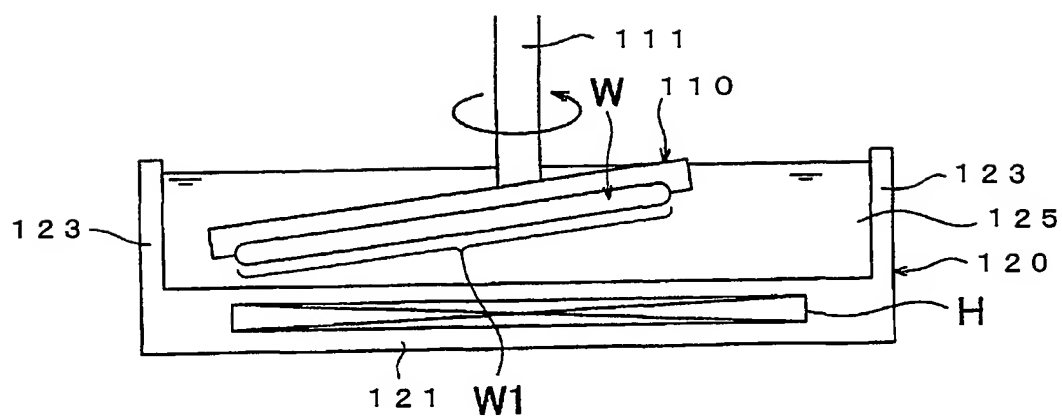


FIG. 9



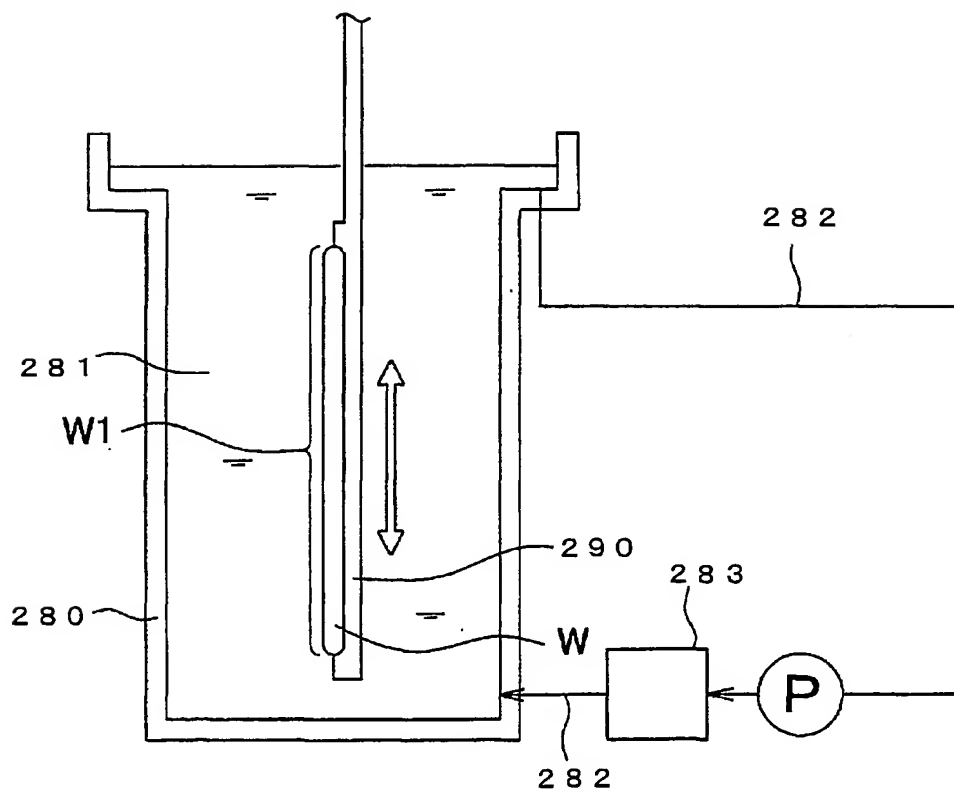


7/8

**FIG. 10**

8/8

FIG. 11



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/09337

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C23C18/16, H01L21/288, 21/768

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C23C18/16-18/54, H01L21/288, 21/768

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1029954 A1 (EBARA CORPORATION), 23 August, 2000 (23.08.2000),	1-3, 6, 8, 10, 11
Y	Par. Nos. [0064], [0090] to [0093]	5, 7, 12
A	& JP 2000-256896 A	4, 9
X	JP 11-87273 A (Ebara Corporation), 30 March, 1999 (30.03.1999),	1, 6, 8, 10, 11
Y	page 2, left column, lines 2 to 11; Fig. 1 (Family: none)	5, 7
A		2-4, 9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
21 January, 2002 (21.01.02)Date of mailing of the international search report  
29 January, 2002 (29.01.02)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C23C18/16, H01L21/288, 21/768

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C23C18/16-18/54, H01L21/288, 21/768

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	EP 1029954 A1 (EBARA CORPORATIO N) 2000. 08. 23 【0064】、【0090】-【00 93】 & JP 2000-256896 A	1-3、6、 8、10、 11
Y		5、7、12
A		4、9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 01. 02

国際調査報告の発送日

29.01.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

木村 孔一

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4E

8315

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-87273 A (株式会社荏原製作所) 1999. 03. 30 第2頁左欄第2-11行、図1 (ファミリーなし)	1、6、8、 10、11
Y		5、7
A		2-4、9

